

Energie und Impuls von Photonen

Einsteins Lichtquantenhypothese:

Licht besteht aus Teilchen, den Photonen. Jedes Photon besitzt die Energie von: $E = h \cdot f$.

Dabei ist h das Planck'sche Wirkungsquantum $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ und f die Frequenz des Lichts.

Je mehr Photonen fließen, desto größer ist die Intensität des Lichts.

Elektronen absorbieren immer nur genau ein Elektron.

Impuls:

Bei allen Teilchen ist der Impuls eine wichtige Größe zum Beschreiben von Zusammenstößen, deshalb leiten wir hier eine Formel für den Impuls der Photonen her:

Mit Hilfe der berühmten Gleichung von Einstein für die Äquivalenz von Energie und Masse:

$E = m \cdot c^2$, kann man den Photonen eine Masse (träge Masse) zuordnen: $m_{ph} = \frac{E}{c^2}$. Ersetzt man

darin E durch Photonenenergie, so erhält man: $m_{ph} = \frac{E}{c^2} = \frac{h \cdot f}{c^2}$.

Für den Impuls p eines Teilchens gilt ganz allgemein: $p = m \cdot v$.

Weil Photonen mit Lichtgeschwindigkeit c fliegen ergibt sich: $p_{ph} = m_{ph} \cdot c$.

Mit den obigen Gleichungen ergibt sich daraus: $p_{ph} = m_{ph} \cdot c = \frac{E}{c^2} \cdot c = \frac{hf}{c}$.

Mit Hilfe der Gleichung: $c = \lambda \cdot f$ ergibt sich : $p_{ph} = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot c} = \frac{h}{\lambda}$.

Das Ergebnis ist der Impuls eines Photons:

$$p_{ph} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{oder} \quad \lambda = \frac{h}{p_{ph}} .$$